مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۳، شماره ۴، سال ۱۳۹۶

واکنش برخی ژنوتیپ‌های محلی و اصلاح‌شده کنجد به عوامل بوته‌میری در شرایط مزرعه

Response of some Native and Improved Genotypes of Sesame to Damping off Agents under Field Conditions

حمید صادقی گرمارودی[1]، سعداله منصوری[1] و مسعود سلطانی نجف‌آبادی[1]

۱- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۱۴

چکیده

صادقی گرمارودی، ح.، منصوری، س.، و سلطانی، م. ۱۳۹۶. واکنش برخی ژنوتیپ‌های محلی و اصلاح‌شده کنجد به عوامل بوته‌میری در شرایط مزرعه. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۳: ۵۴۶-۵۳۵.**

اصلاح کنجد برای ایجاد مقاومت به عوامل بوته‌میری، یکی از اهداف مهم در برنامه به‌نژادی این محصول محسوب می‌شود. از آنجایی‌که مهم‌ترین عوامل ایجادکننده بوته‌میری قارچ‌های خاکزی هستند، بهترین راه برای کنترل این بیماری، استفاده از ارقام مقاوم است. قارچ‌های *Macrophomina phaseolina* (عامل بیماری پوسیدگی زغالی) و *Fusarium oxysporum* f.sp. *sesami* (عامل پوسیدگی ریشه، طوقه و ساقه کنجد)، مهم‌ترین عوامل بوته‌میری کنجد در کشور هستند. در این تحقیق به‌منظور غربال ژرم‌پلاسم کنجد به عوامل بوته‌میری، ۸۱ ژنوتیپ بومی و اصلاح شده در مزرعه‌ای که با بقایای بوته‌های بیمار آلوده شده بود، کاشته شدند. آزمایش در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۱ انجام شد. نتایج نشان داد که چهار ژنوتیپ مغان ۱۷، مغان ۱۹، مغان ۳ و عراقی ۲ دارای بیشترین سطوح مقاومت به بیماری بوته‌میری در شرایط مزرعه بودند. تعداد شانزده ژنوتیپ به عنوان نیمه مقاوم، پانزده ژنوتیپ به عنوان نیمه حساس و بقیه به عنوان حساس یا خیلی حساس گروه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: کنجد، قارچ فوزاریوم، قارچ ماکروفومینا، پوسیدگی زغالی، پوسیدگی ریشه و طوقه، مقاومت.

نویسنده مسئول: hsgarmaroodi@gmail.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۳۷۷۱

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) یک گیاه پهن‌برگ تابستانه مخصوص مناطق گرم و خشک است که تحمل به خشکی بالایی دارد. تحمل این گیاه به شوری کمتر از پنبه و یونجه است و نسبت به شرایط غرقابی خاک حساسیت زیادی دارد (Langham *et al*., 2008).

یکی از مهم‌ترین معضلات زراعت کنجد در کشور، بیماری‌های بوته‌میری و پوسیدگی ریشه و طوقه است (گزارش منتشر نشده). بیمارگرهای قارچی، به عنوان مهم‌ترین عوامل ایجادکننده این بیماری‌ها در ایران و جهان شناخته شده‌اند. قارچ *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich بیشتر در مناطق گرم شیوع دارد و بیماری پوسیدگی زغالی را ایجاد می‌کند؛ در مقابل قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *sesame* Schlecht ex Fr. عمدتاً، در مناطق معتدله شیوع داشته و بیماری پوسیدگی یک‌طرفه ساقه را ایجاد می‌کند. هر دو عامل بیماری‌زای مذکور باعث بوته‌میری در کنجد می‌شوند (Basirnia and Banihashemi, 2006؛ Mihail, 1992).

قارچ فوزاریوم از نظر میزبانی بسیار تخصصی عمل می‌کند و در ایران برای اولین بار از یک مزرعه کنجد در بوشهر جداسازی شده و بذرزاد بودن آن اثبات شده است (Basirnia and Banihashemi, 2006). این درحالی است که قارچ ماکروفومینا دامنه میزبانی وسیعی دارد و به خصوص روی کنجد بسیار مخرب است (Wyllie, 1988).

قارچ ماکروفومینا در سراسر دنیا شیوع دارد و در مناطقی که باعث بوته‌میری و سوختگی گیاهچه‌ها شود، خسارت آن تا مرز ۷۷ درصد هم گزارش شده است (Mihail, 1992). این قارچ توان تخریبی بسیار بالائی روی کنجد دارد به طوری‌که با آلودگی ۴۰ درصد، خسارت آن تا ۵۷ درصد ارزیابی شده است. نرخ کاهش میزان محصول بعد از این شدت آلودگی، ۱/۸ کیلوگرم در هکتار به ازای هر یک درصد افزایش در شدت بیماری است (Muragesan *et al*., 1978).

میسلیوم‌های قارچ ماکروفومینا نمی‌توانند بیش از هفت روز در خاک دوام بیاورند و اسکلروت‌ها مهم‌ترین زادمایه برای این بیمارگر محسوب می‌شوند. اسکلروت‌ها بر روی بافت‌های مرده گیاهی به‌مدت طولانی دوام می‌آورند. افزایش رطوبت خاک با تقویت فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک باعث کاهش جمعیت اسکلروت‌ها می‌شود (Dhingra and Sinclair, 1975).

اگرچه ضدعفونی بذر با قارچ‌کش‌های بنومیل و کاربوکسین می‌تواند تا حدودی بوته‌میری‌های پیش‌رویشی در مراحل اولیه رشد را کنترل نماید ولی آلودگی در مراحل بعدی و به‌خصوص در اواخر دوره رشد، باعث می‌شود که این بیماری شدت یابد (Shalaby, 1997).

هر چند ارزیابی‌های اولیه انجام

شده در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی حاکی از عدم وجود مقاومت کامل به این عوامل خاکزی قارچی بود (Sadeghi Garmaroodi and Mansuri, 2014, 2016) ولی گزارشی مبنی بر مقاومت کامل به پوسیدگی زغالی در تحقیقات راجپوت و همکاران (Rajput *et al.,* 1998) وجود دارد که در آن رقم Khipro1 را کاملاً مقاوم و مصون به بیماری مذکور گزارش کردند. ارقام و لاین‌های متحمل به بیماری بوته‌میری در موارد متعددی گزارش شده‌اند. در ایستگاه تحقیقات کشاورزی NHAES در کره جنوبی، رقم Pungahnkkae به عنوان رقم مقاوم به پژمردگی فوزاریومی و بلایت فیتوفترائی معرفی شده است (Oh *et al*., 2001).

در بررسی دیگری توسط آویلا و پیندا (Avila and Pineda, 1996) مشخص شد که با وجود آلودگی بالای کنجدها به بیماری پوسیدگی زغالی، برخی ارقام عملکرد نسبتاً بالائی داشتند؛ نامبردگان چنین گزارش کردند که احتمال دارد یک سیستم مقاومت یا تحمل در گیاه میزبان وجود داشته باشد که باعث شده تأثیر آلودگی بر عملکرد ناچیز باشد.

گرچه منابع مقاومت کمی نسبت به بیماری بوته‌میری گزارش شده، ولی مکانیزم مقاومت در بعضی ارقام مشخص شده است. در تحقیقات فلاح‌پوری و همکاران (Fallahpori *et al.*, 2013) فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌عنوان یکی از آنزیم‌های دخیل در مقاومت بررسی شد. پس از مایه‌زنی گیاهان مقاوم (توده آسفیج، بهاباد یزد)، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز با شیب تندی افزایش یافت و پس از گذشت چهار روز به اوج خود رسید، سپس روند نزولی به خود گرفت در حالی که در گیاهان حساس (توده کهنوج، کرمان) افزایش فعالیت آنزیم با شیب کندی صورت گرفت.

چرخه بیوشیمیائی فنیل پروپانویید (Phenylpropanoid Pathway) به‌خصوص سنتز لیگنین، ممکن است در ایجاد مقاومت به بیماری بوته‌میری فوزاریومی کنجد نقش مهمی داشته باشد (Wei *et al*., 2016). در تحقیق وی و همکاران (Wei *et al.,* 2016)، RNA گیاهان حساس (رقم کنجد سیاه رونگسیا، Rongxia black sesame) و گیاهان مقاوم (رقم Yuzhi11) استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. در این مورد نیز فعالیت دو آنزیم پراکسیداز و پال (Phenylalanine Ammonia Lyase, PAL) در ارقام حساس و مقاوم با یکدیگر تفاوت داشت.

در یک ارزیابی گلخانه‌ای سطوح مقاومت به دو بیماری پوسیدگی زغالی و فوزاریومی در بین لاین‌های پیشرفته کنجد نسل F6 به‌صورت تعداد بوته‌های سالم باقیمانده در پایان ۹۰ روز رشد اندازه‌گیری شد. در این آزمایش درصد بوته‌میری پیش و پس‌رویشی، پژمردگی و بوته‌میری در گیاهان گلدانی کنجد که خاک

آن‌ها به صورت جداگانه و یا توأمان آلوده شده بود، اندازه‌گیری و به عنوان معیاری برای ارزیابی مقاومت به‌کار گرفته شد. در بین لاین‌های پیشرفته نسل ششم، لاین (NM59) P5 در هر دو آزمایشی که به صورت جداگانه با قارچ‌های فوزاریوم و ماکروفومینا مایه‌زنی شده بود، مقاومت نشان داد. در آزمایشی که هر دو عامل قارچی با هم مایه‌زنی شده بودند، لاین C6.3 که اتفاقاً عملکرد بالائی هم داشت، دارای بالاترین سطح مقاومت به هر دو عامل قارچی بود (Shabana *et al.*, 2014).

با توجه به اهمیت هر دو عامل قارچی یاد شده در شرایط آب و هوایی ایران، ارزیابی‌های مزرعه‌ای مقاومت می‌تواند نتایج جامع‌تر و مطمئن‌تری را برای به‌نژادگران فراهم کند. هدف از انجام این تحقیق، جستجو برای یافتن منابع مقاومت به عوامل بیماری بوته‌میری در ژرم‌پلاسم کنجد در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در شرایط مزرعه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی زمین، کاشت و داشت

محل آزمایش قطعه زمینی دور از سایر زراعت‌ها در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با خاک سبک شنی لومی بود. بقایای آلوده گیاهی کنجد که از سال‌های قبل از مزارع آزمایشی کنجد جمع‌آوری شده بودند، پس از خرد کردن، به روی ردیف‌های کاشت افزوده شدند. ژنوتیپ‌ها در این قطعه زمین به مدت سه سال متوالی (۸۳-۱۳۸۱) کاشته شدند. آماده‌سازی زمین به‌صورت معمول یعنی شخم عمیق، دیسک و مسطح کردن زمین و ایجاد جوی و پشته صورت گرفت. در طی مراحل آماده‌سازی زمین، بقایای آلوده گیاهی کنجد به‌طور تقریباً یکنواخت در مزرعه پخش شدند. این آزمایش در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار اجرا شد. در هر تکرار هر ژنوتیپ در دو خط و به صورت هیرم کاشته شد. طول خطوط کشت سه متر و فاصله بین خطوط ۶۰ سانتی‌متر بود. عملیات تنک کردن، آبیاری و وجین علف‌های هرز به‌صورت معمول انجام شد. طی دوره کاشت هیچ ماده شیمیائی اعم از علف‌کش، قارچ‌کش یا آفت‌کش استفاده نشد.

مواد گیاهی

مواد گیاهی مورد بررسی شامل ارقام داخلی و خارجی و ژنوتیپ‌هایی بود که با انتخاب از نسل‌های در حال تفکیک به دست آمده بودند.

یادداشت برداری و تعیین واکنش ژنوتیپ‌ها

در مرحله رسیدگی و در پایان فصل رویشی، درصد بوته‌های آلوده (بوته‌میری) برای هر ژنوتیپ با تقسیم تعداد بوته‌های آلوده بر تعداد کل بوته‌ها محاسبه شد. واکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس درصد بوته‌های آلوده با روش پیشنهاد شده توسط البراماوی و وحید

(El-Bramaway and Wahid, 2009) ارزیابی شد.

در هنگام شمارش، انواع مختلف بوته‌میری صرف‌نظر از عامل قارچی آن یادداشت‌برداری شدند. علائم بوته‌میری شامل موارد زیر بود: تشکیل توده هیفی سفید رنگ روی ساقه که معمولاً بر روی نیمی از مقطع طولی ساقه تشکیل می‌شد؛ پوسیدگی سیاه رنگ که از ریشه و طوقه آغاز و تا نیمی از ارتفاع ساقه بالا می‌آمد؛ پژمردگی؛ سوختگی حاشیه برگ‌ها؛ سرعصائی شدن نوک ساقه و در نهایت مرگ کل بوته.

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری با نرم افزار SAS انجام شد. درصد بیماری برای اختلاطی که با اثر بلوک‌های ناقص دارد، تصحیح شد. در این مطالعه، آزمون F با استفاده از میانگین مربعات تیمارها انجام نشد، زیرا در طرح آزمایشی مورد استفاده در این تحقیق، آزمون مذکور از دقت کافی برخوردار نیست (Yazdi Samadi *et al.*, 2006).

نتایج و بحث

مقیاس مورد استفاده برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های کنجد به بوته‌میری‌های فوزاریومی و پوسیدگی زغالی در این تحقیق در جدول ۱ آمده است. میانگین دما و بارش تجمعی ماهیانه محل آزمایش طی فصل رشد در سال‌های ۸۳-۱۳۸۱ در جدول ۲ نشان داده شده است.

کارائی طرح استفاده‌شده در این تحقیق نسبت به طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سال اول ۱۰۳/۴۵، در سال دوم ۱۰۹/۶۰ و در سال سوم ۹۱/۰۲ درصد بود. در سال دوم چهار کرت گمشده در کل دو تکرار (۱۶۲ خط کاشت) محاسبه شد. داده‌های سال دوم واریانس بیشتری نسبت به دو سال دیگر داشتند. تفاوت در نتایج سال دوم ممکن است تا حدودی به شرایط آب و هوایی آن سال مرتبط باشد (جدول ۲). در سال دوم اجرای این تحقیق (سال ۲۰۰۳) میانگین دما و بارش ماهانه در چهار ماه ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر که مصادف با مراحل کاشت و یادداشت‌برداری بود، پایین‌تر از آمار مربوطه در دو سال ۲۰۰۲ و ۲۰۰۴ بود.

مقایسه میانگین‌های تصحیح‌شده سه درصد آلودگی ژنوتیپ‌ها در شرایط کرج نشان داد که لاین‌های مغان ۱۷، مغان ۱۹، مغان ۳ و عراقی ۲ به‌ترتیب دارای بیشترین سطوح مقاومت به بوته‌میری در شرایط مزرعه بودند (جدول ۳). با در نظر گرفتن واکنش نسبتاً مقاوم در سایر لاین‌های به‌دست آمده از مغان مثل لاین محلی مغان، مغان ۵، مغان ۱۳ و مغان ۱۴، می‌توان ادعا کرد که لاین‌های مغان منابع قابل توجهی از مقاومت به عوامل بوته‌میری دارند. لاین مغان ۱۱ که تحت نام رقم اولتان معرفی شده است با میانگین سه ساله آلودگی ۴۱ درصد واکنش نسبتاً حساس از خود نشان داد؛ اگرچه در سال‌های دوم و سوم واکنش آن نسبتاً مقاوم بود. البته باید توجه داشت که نمره‌دهی در هر سال تنها برای مقایسه ارقام در همان سال مفید است و نمی‌توان داده‌های مربوط به یک رقم را در

جدول ۱- مقیاس مورد استفاده برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های کنجد به بوته‌میری‌های فوزاریومی و پوسیدگی زغالی (El-Bramaway and Wahid, 2009)

Table 1. The scale used for assessment of response of sesame genotypes to damping off caused by Fusarium and charcoal rot (El-Bramaway and Wahid, 2009)

مقیاس Scale	واکنش رقم Response	درصد بوته‌های آلوده Percentage of infected plants, (IP)
0	مصون از بیماری Immune (I)	بدون بوته‌میری No damping off
1	مقاوم Resistant (R)	۲۰-۱ درصد بوته‌میری 1-20% IP
2	نیمه مقاوم Moderately Resistant (MR)	۴۰- ۲۰/۱ درصد بوته‌میری 20.1-40% IP
3	نیمه حساس Moderately Susceptible (MS)	۵۰ – ۴۰/۱ درصد بوته‌میری 40.1- 50% IP
4	حساس Susceptible (S)	۷۵- ۵۰/۱ درصد بوته‌میری 50.1-75% IP
5	خیلی حساس Highly Susceptible (HS)	بیش از ۷۵ درصد بوته‌میری >75% IP

جدول ۲- میانگین دما و بارش تجمعی ماهیانه محل آزمایش در سال‌های ۸۳-۱۳۸۱

Table 2. Monthly average temperature and cumulative rainfall at the experimental site in 2002-2004 (Anonymous, 2018)

سال Year		ماه Month ژوئن June	جولای July	آگوست August	سپتامبر September
2002	دما (سانتی‌گراد) Temperature (°C)	26.9	29.2	29.1	27
	بارش میلی‌متر Rainfall (mm)	0	3	0	0
2003	دما (سانتی‌گراد) Temperature (°C)	25.5	29.1	28.7	24.1
	بارش میلی‌متر Rainfall (mm)	0	0	0.4	0
2004	دما (سانتی‌گراد) Temperature (°C)	27.6	27.7	29.6	24.5
	بارش میلی‌متر Rainfall (mm)	0	18.8	0	0

سال‌های مختلف با هم مقایسه کرد. زیرا فاکتورهای تعیین‌کننده شدت بیماری مثل دما و رطوبت در سال‌های مختلف با یکدیگر تفاوت دارند (Langham, 2006).

ارزیابی سه‌ساله حاکی از واکنش نسبتاً مقاوم در بین شانزده ژنوتیپ بود. این ژنوتیپ‌ها به ترتیب کمترین درصد آلودگی را داشتند: هندی ۱۲، ژاپنی ۱۴۲، RT-54، کپسول بسته باکو،

جدول ۳- واکنش ژنوتیپ‌های کنجد به عوامل بوته‌میری در مزرعه آلوده طی سال‌های ۸۳-۱۳۸۱

Table 3. Response of sesame genotypes to damping off agents in infested farm during 2002-2004.

شماره ژنوتیپ Genotype No.	نام ژنوتیپ Genotype name	۱۳۸۱ 2002 درصد آلودگی* Infection (%)	واکنش* Response	۱۳۸۲ 2003 درصد آلودگی* Infection (%)	واکنش* Response	۱۳۸۳ 2004 درصد آلودگی* Infection (%)	واکنش* Response	میانگین سه ساله Three years mean درصد آلودگی Infection (%)	واکنش* Response
1	Karaj1	16.7	R	80.4	HS	16.8	R	37.97	MR
2	Yekta	24.2	MR	70.4	S	24.2	MR	39.60	MR
3	Naz, Uniculm	22.0	MR	87.4	HS	22.0	MR	43.80	MS
4	Naz, branching	67.3	S	59.8	S	19.4	R	48.83	MS
5	Karaj indehiscent	71.3	S	48.6	MS	21.3	MR	47.07	MS
6	Darab 14	62.3	S	99.2	HS	62.4	S	74.63	S
7	Varamin 2822	42.0	MS	48.9	MS	42.0	MS	44.30	MS
8	Varamin 237	61.6	S	58.9	S	61.6	S	60.70	S
9	Moghan 11	57.2	S	31.5	MR	35.7	MR	41.47	MS
10	Moghan 17	4.1	R	20.4	MR	4.1	R	9.53	R
11	Moghan L.*	23.8	MR	23.1	MR	19.8	R	22.23	MR
12	Zarghan L.	59.8	S	84.0	HS	59.8	S	67.87	S
13	Borazjan L.	74.1	S	88.9	HS	74.1	S	79.03	HS
14	Iranshahr L.	50.8	S	84.4	HS	50.9	S	62.03	S
15	Varamin37	32.7	MR	48.0	MS	32.7	MR	37.80	MR
16	Hendijan L.	57.7	S	80.8	HS	57.7	S	65.40	S
17	Behbahan L.	53.8	S	45.6	MS	53.8	S	51.07	S
18	Isfahan L.	58.7	S	69.8	S	58.7	S	62.40	S
19	Talkhuncheh L.	44.6	MS	72.4	S	44.6	MS	53.87	S
20	Jiroft L.	58.6	S	95.0	HS	58.6	S	70.73	S
21	Ahwaz L.	37.7	MR	92.2	HS	37.7	MR	55.87	S
22	Hajiabad L.	64.0	S	77.9	HS	64.0	S	68.63	S
23	Bam L.	45.2	MS	79.3	HS	45.3	MS	56.60	S
24	Kashmar L.	42.9	MS	68.8	S	42.99	MS	51.56	S
25	Kalat L.	65.6	S	87.4	HS	65.6	S	72.87	S
26	Dezful L.	56.1	S	71.5	S	56.1	S	61.23	S
27	Sistan L.	59.4	S	51.5	S	14.4	R	41.77	MS
28	Tarom L.	20.8	MR	66.0	S	20.9	MR	35.90	MR
29	Palestine early mature	80.1	HS	60.5	S	31.5	MR	57.37	S
30	Hindi	64.2	S	43.7	MS	64.2	S	57.37	S
31	Chinese	45.2	MS	71.8	S	45.2	MS	54.07	S
32	Baku indehiscent	25.6	MR	26.6	MR	25.6	MR	25.93	MR
33	Iraqi1	35.4	MR	42.7	MR	35.4	MR	37.83	MR
34	Iraqi2	8.4	R	27.3	MR	18	R	17.90	R
35	TS–3	61.8	S	39.9	MR	61.8	S	54.50	S
36	Panjab89	48.7	MS	62.7	S	48.7	MS	53.37	S
37	TC-25	39.2	MR	27.4	MR	20.2	MR	28.93	MR
38	J-1	60.1	S	53.3	S	60.1	S	57.83	S
39	CO-1	34.3	MR	86.1	HS	34.3	MR	51.57	S
40	TKG-21	41.0	MS	56.7	S	41.0	MS	46.23	MS
41	RT-54	20.7	MR	35.2	MR	20.7	MR	25.53	MR

* R: مقاوم، MR: نیمه مقاوم، MS: نیمه حساس، S: حساس، HS: خیلی حساس و L: توده بومی

* R: Resistant, MR: Moderately Resistant, MS: Moderately Susceptible, S: Susceptible, HS: Highly Susceptible, L: Landrace

Table 3. Continued

ادامه جدول ۳

شماره ژنوتیپ Genotype No.	نام ژنوتیپ Genotype name	۱۳۸۱ 2002 درصد آلودگی[a] Infection (%)	واکنش[*] Response[**]	۱۳۸۲ 2003 درصد آلودگی[a] Infection (%)	واکنش[*] Response[**]	۱۳۸۳ 2004 درصد آلودگی[a] Infection (%)	واکنش[*] Response[**]	میانگین سه ساله Three years mean درصد آلودگی Infection (%)	واکنش[*] Response[**]
42	Hindi1	60.7	S	62.0	S	60.7	S	61.13	S
43	Hindi3	47.1	MS	46.3	MS	47.2	MS	46.87	MS
44	Hindi5	21.6	MR	50.3	S	21.7	MR	31.20	MR
45	Hindi9	34.9	MR	19.5	R	34.9	MR	29.77	MR
46	Hindi10	51.3	S	60.8	S	51.3	S	54.47	S
47	Hindi11	30.8	MR	50.2	S	30.8	MR	37.27	MR
48	Hindi12	26.7	MR	14.1	R	26.7	MR	22.50	MR
49	Hindi14	43.2	MS	25.5	MR	43.3	MS	37.33	MR
50	Mahan	53.1	S	90.4	HS	53.2	S	65.57	S
51	Borazjan 5	42.9	MS	83.7	HS	42.9	MS	56.50	S
52	Borazjan 5	65.6	S	51.1	S	65.7	S	60.80	S
53	Shushtar L.	46.5	MS	55.7	S	46.5	MS	49.57	MS
54	RT-46	37.2	MR	84.5	HS	37.2	MR	52.97	S
55	J-3111	48.7	MS	63.2	S	48.7	MS	53.53	S
56	J-142	10.3	R	52.8	S	10.3	R	24.47	MR
57	Gijuyeh L.	58.7	S	47.5	MS	58.7	S	54.97	S
58	Kelayehchenar	55.6	S	77.1	HS	55.6	S	62.77	S
59	Khanukzarand	77.5	HS	85.8	HS	77.5	HS	80.27	HS
60	Dargaz L.1	82.1	HS	78.4	HS	37.1	MR	65.87	S
61	Dargaz L.2	61.0	S	80.6	HS	61.0	S	67.53	S
62	Potak-musian	47.8	MS	47.3	MS	47.8	MS	47.63	MS
63	Safi-abad line	37.1	MR	50.1	S	37.1	MR	41.43	MS
64	Khosro-abad	56.8	S	73.9	S	56.8	S	62.50	S
65	$B_5\gamma M_7$	30.9	MR	93.6	HS	31.0	MR	51.83	S
66	Panama	52.1	S	66.6	S	52.1	S	56.93	S
67	GL 4/137	33.6	MR	57.2	S	33.6	MR	41.47	MS
68	GL 91/027	26.5	MR	30.8	MR	26.5	MR	27.93	MR
69	KC-326002	29.5	MR	55.8	S	29.5	MR	38.27	MR
70	Fao2	79.4	HS	34.7	MR	40.0	MR	51.37	S
71	Synthetic	73.9	S	54.1	S	48.4	MS	58.80	S
72	J-656	28.7	MR	68.1	S	28.7	MR	41.83	MS
73	Yellow White	31.7	MR	58.1	S	31.7	MR	40.50	MS
74	Karaj 2	81.6	HS	48.6	MS	26.0	MR	52.07	S
75	Karaj 26	42.1	MS	80.8	HS	25.0	MR	49.30	MS
76	Moghan 3	10.1	R	24.4	MR	18.6	R	17.70	R
77	Moghan 5	67.4	S	16.8	R	34.6	MR	39.60	MR
78	Moghan 13	38.1	MR	20.6	MR	19.9	R	26.20	MR
79	Moghan 14	76.5	S	15.9	R	5.5	R	32.63	MR
80	Moghan 19	27.0	MR	0.87	R	16.2	R	14.69	R
81	Darab 2	27.75	MR	76.4	HS	50.5	S	51.55	S

* R: مقاوم، MR: نیمه مقاوم، MS: نیمه حساس، S: حساس، HS: خیلی حساس و L: توده بومی

* R: Resistant, MR: Moderately Resistant, MS: Moderately Susceptible, S: Susceptible, HS: Highly Susceptible, L: Landrace

a: Each entry is the mean of two replications.

a: هر داده میانگین دو تکرار است.

GL91/027، TC-25، هندی ۹، هندی ۵، توده محلی طارم، هندی ۱۱، هندی ۱۴، عراقی ۱، ورامین ۳۷، کرج ۱، KC-326002 و یکتا. واکنش نسبتاً مقاوم در بیشتر لاین‌های هندی حاکی از وجود منابع مقاومت در بیشتر آن‌هاست. سایر ژنوتیپ‌ها واکنش حساس یا نسبتاً حساس از خود نشان دادند. ژنوتیپ خانوک زرند کرمان با متوسط آلودگی سه ساله ۸۰ درصد بالاترین حساسیت به بیماری را نشان داد. واکنش مصون از بیماری در هیچ کدام از ژنوتیپ‌ها دیده نشد (جدول ۳).

جیوتی و همکاران (Jyothi *et al.*, 2011) واکنش ۳۵ ژنوتیپ کنجد به قارچ فوزاریوم را بررسی و گزارش کردند، واکنش مصون از بیماری در هیچ‌کدام از ژنوتیپ‌ها دیده نشد. نامبردگان ژنوتیپ RT-54 را به عنوان ژنوتیپ نسبتاً مقاوم معرفی کردند، در حالی که ژنوتیپ TC-25 به‌عنوان خیلی حساس و ژنوتیپ CO-1 به‌عنوان نسبتاً حساس ارزیابی شدند. این در حالی است که ژنوتیپ CO-1 در مطالعه حاضر واکنش حساسیت نشان داد.

در مطالعه دیگری که توسط صادقی گرمارودی و منصوری (Sadeghi Garmaroodi and Mansuri, 2014) انجام شد، سطوح مقاومت به بیماری پوسیدگی زغالی در مرحله گیاهچه‌ای کنجد ارزیابی شد. در این تحقیق ژنوتیپ‌های پتک‌موسیان، عراقی ۲ و مغان ۱۹ واکنش مقاومت نشان دادند. اگرچه ژنوتیپ پتک‌موسیان در تحقیق حاضر، نیمه حساس بود ولی دو لاین دیگر (عراقی ۲ و مغان ۱۹) واکنش مشابهی داشتند. در تحقیق مورد اشاره ژنوتیپ‌های عراقی ۱، RT-54 و محلی طارم به بیماری پوسیدگی زغالی مقاومت نشان دادند ولی در مطالعه حاضر واکنش نیمه مقاوم داشتند. ژنوتیپ‌های محلی اصفهان، بهبهان، کلات، ایرانشهر، دزفول، شوشتر، فائو ۲ و TS-3 در مرحله گیاهچه‌ای نسبت به قارچ ماکروفومینا واکنش مقاومت داشتند در حالی که در شرایط مزرعه نسبت به هر دو عامل بوته‌میری حساسیت نشان دادند.

یکی از مشکلات ارزیابی بیماری‌های خاکزاد در شرایط مزرعه عدم یکنواختی زادمایه در خاک است. اگرچه بوته‌های آلوده در سال اول به صورت یکنواخت به زمین آزمایش افزوده و طی عملیات آماده‌سازی زمین با خاک مخلوط شدند ولی استقرار بیماری در مزرعه و غلظت یکسان آن در خاک، همواره مورد سوال بوده است. راهکاری موثر برای کاهش این نگرانی قرار دادن شاهد حساس به تعداد زیاد در ردیف‌های کاشت (هر ۴-۳ خط ژنوتیپ مورد ارزیابی، یک ژنوتیپ حساس) و تصحیح داده‌های بیماری بر اساس تجزیه کوواریانس است (محمدرضا بی‌همتا، مذاکرات شخصی). با این روش می‌توان تأثیر عدم یکنواختی احتمالی زادمایه بیماری در خاک را به حداقل رساند.

بیماری بوته‌میری ناشی از قارچ‌های فوزاریوم (پوسیدگی یک‌طرفه ساقه) و ماکروفومینا (پوسیدگی ذغالی) به فراوانی در مزارع کنجد

در کرج و سایر نقاط کشور مشاهده می‌شود (گزارش منتشرنشده). گاهی قارچ‌های عامل این دو بیماری توأم با یکدیگر بر روی یک گیاه مشاهده می‌شود. بنابراین در شرایط آب و هوایی کرج نمره‌دهی گیاهان آلوده به تفکیک هر بیماری تقریباً غیرممکن بود. در حالی که در شرایط گرم و مرطوب جنوب خوزستان، پوسیدگی زغالی غالب بوده و برای ارزیابی ارقام صرفاً به این بیماری توجه می‌شود (گزارش منتشر نشده).

از آنجائی‌که هر دو نوع بیماری همزمان می‌توانند شیوع یافته و خسارت وارد کنند، در مراکز تحقیقاتی در آمریکا که روی اصلاح کنجد فعالیت می‌نمایند، انواع مختلف بوته‌میری در شرایط مزرعه ارزیابی می‌شوند و ارزیابی‌های جداگانه برای عوامل مختلف انجام نمی‌شود (Langham, 2006).

یکی از معضلات کنترل بیماری‌های خاکزاد کنجد، نحوه برداشت سنتی این محصول در مزرعه است. در این روش، بوته‌های حامل کپسول از انتها قطع شده و تا مرحله خشک شدن در مزرعه رها می‌شوند. سپس برای خرمنکوبی (جدا کردن بذر از کپسول) بوته‌ها روی سطح هموار کوبیده می‌شوند. در این هنگام، قطعاتی از بوته‌ها خرد شده و به صورت لایه پودری روی بذرها می‌نشینند. بنابراین اگر گیاهی آلوده باشد، به راحتی خرد شده و باعث آلودگی بذرها می‌شود. به طوری که بذور آلوده حتی با بوجاری نیز قابل جداکردن نخواهند بود. این روش انتقال بیماری با روش انتقال با آندوسپرم بذر متفاوت است. آلودگی همراه با بذر به زراعت بعدی منتقل شده و هر ساله بر مقدار زادمایه بیماری افزوده می‌شود. بنابراین تهیه بذرهای عاری از بیماری به عنوان راهکاری مهم در کنترل این بیماری محسوب می‌شود. استفاده از قارچ‌کش‌ها اگرچه ممکن است گیاهچه‌ها را تا مدتی محافظت کند، ولی با فراهم شدن شرایط محیطی لازم، عوامل بیماری‌زا مجدداً به گیاه نفوذ کرده و آلودگی (به‌خصوص در آخر فصل) را به وجود می‌آورند.

از آنجایی‌که خسارت بوته‌میری معمولاً در آخر فصل بروز می‌کند و در شرایط آب و هوایی مناطق معتدله فعالیت هر دو قارچ عامل بوته‌میری همزمان با هم در مزرعه مشاهده می‌شود، بررسی مقاومت ژنوتیپ‌های کنجد به بوته‌میری در شرایط مزرعه می‌تواند گزینه مناسبی برای ارزیابی به این بیماری باشد.

سپاسگزاری

این مقاله از پروژه تحقیقاتی مصوب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به شماره مصوب ۸۱۳۲۲-۰۰۰۰-۰۰-۱۲۰۰۰۰-۱۰۰-۰ استخراج شده است که بدین وسیله تشکر می‌شود.

References

Anonymous, 2018. Iran Meteorological Organization, Karaj Station. Temperature and precipitation data for years between 2002 to 2004.

Avila, M. J., and Pineda, J. B. 1996. Behaviour of ten sesame cultivars (*Sesamum indicum*, L.) against *Macrophomina phaseolina* in Venezuela during three growing seasons. Sesame and Safflower Newsletter 12: 63-76.

Basirnia, T., and Banihashemi, Z. 2006. Seed transmission of *Fusarium oxysporum* f.sp. *Sesame* on *Sesamum indicum* in Fars province. Iranian Journal of Plant Pathology 42: 117-123 (in Persian).

Dhingra, O. D., and Sinclair, J. B. 1975. Survival of *Macrophomina phaseolina* sclerotia in soil: effects of soil moisture, carbon: nitrogen ratios, carbon sources, and nitrogen concentrations. Phytopathology 65: 236-240.

El-Bramaway, M. A. E. S., and Abd Al-Wahid, O. A. 2009. Evaluation of resistance of selected sesame (*Sesamum indicum*) genotypes to Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp *sesami.* Tunisian Journal of Plant Protection 4: 29-39.

Fallahpori, A., Aminian, H., Sahebani, N., and Esmailzadeh Hosseini, S. A. 2013. Evaluation of peroxidase activity in two resistant and susceptible sesame germplasms to fusarium damping off caused by *Fusarium oxysporum* f.sp *sesami*. Iranian Journal of Plant Pathology 49: 113-118 (in Persian).

Jyothi, B., Ansari, N. A., Vijay, Y., Anuradha, G., Sarkar, A., Sudhakar, R. and Siddiq, E. A. 2011. Assessment of resistance to Fusarium wilt disease in sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm. Australasian Plant Pathology 40: 471-475.

Langham, D. R. 2006. Non-dehiscent sesame variety S25. US Patent application. No. 10/881,721.

Langham, R. D., Smith, G., Wiemers, T., and Wetzel, M. 2008. Southwest Sesame Grower’s Pamphlet, Sesaco Corporation, San Antonio, Texas, USA.

Mihail, J. D. 1992. Macrophomina. pp. 134-136. In: Singleton, L. L., Mihail, J. D., and Rush, C. M. (eds). Methods for Research on Soilborn Phytopathogenic Fungi. APS Press, St. Paul, MN, USA.

Muragesan, M., Shanmugam, N., Menon, P. P., Arokiaraj, A., Dhamu, K. P., and Kochubabu, M. 1978. Statistical assessment of yield loss of sesame due to insect pest and disease. Madras Agricultural Journal 65: 290-295.

Oh, M. K., Park, K. H., Seo, H. Y., Kim, S., Park, M. S., Rho, J. H., and Park, K. Y. 2001. A new high yielding sesame variety, " Pungahnkkae" with moderate resistance to both Phytophthora blight and fusarium wilt. Korean Journal of Breeding 33: 346-347.

Rajput, M. A., Khan, Z. H., Jafri, K. A., and Fazal Ali, J. A. 1998. Field screening of sesame germplasm for resistance against charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*). Sesame and Safflower Newsletter 13: 63-66.

Sadeghi Garmaroodi, H., and Mansuri, S. 2014. Primary evaluation of Sesame germplasm for resistance to charcoal rot disease in laboratory condition. Seed and Plant Improvement Journal 30-1: 493-505 (in Persian).

Sadeghi Garmaroodi, H., and Mansuri, S. 2016. Reaction of improved sesame lines and cultivars to fusarium wilt at in vitro and greenhouse conditions. Applied Researches in Plant Protection 5-2: 59-70 (in Persian).

Shabana, R., Abd El-Mohsen, A. A., Khalifa, M. M. A., and Saber, A. A. 2014. Quantification of resistance of F6 sesame elite lines against charcoal rot and fusarium wilt diseases. Advance in Agriculture and Biology 1: 144-150.

Shalaby, S. I. M., 1997. Effect of fungicidal treatment of sesame seeds on root rot infection, plant growth and chemical component. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, Egypt 48: 397-411.

Wei, L., Zhang, H., Duan, Y., Li, C., Chang, S., and Miao, H. 2016. Transcriptome comparison of resistant and susceptible sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties inoculated with *Fusarium oxysporum* f.sp. *sesami.* Plant Breeding 135: 627-635.

Wyllie ,T. D. 1988. Charcoal rot of soybeans current status. pp. 106-113. In: Wyllie T. D., and Scott, D. H. (eds.). Soybean Diseases of the North Central Region. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA.

Yazdi Samadi, B., Rezaii, A., and Valizadeh, M. 2006. Statistical designs in Agricultural Research. 6th ed. Tehran University Press. 770 pp (in Persian).